



Міністерство освіти і науки України  
Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»  
Фізико-технічний інститут

## «Криптографія»

### КОМП'ЮТЕРНИЙ ПРАКТИКУМ №1

Експериментальна оцінка ентропії на символ джерела  
відкритого тексту

**Виконали:**  
студенти групи ФБ-93  
Приходько Андрій  
Шахова Катерина

## Мета роботи :

Засвоєння понять ентропії на символ джерела та його надлишковості, вивчення та порівняння різних моделей джерела відкритого тексту для наближеного визначення ентропії, набуття практичних навичок щодо оцінки ентропії на символ джерела

## Завдання :

1. Написати програми для підрахунку частот букв і частот біграм в тексті, а також підрахунку  $H_1$  та  $H_2$  за безпосереднім означенням. Підраховувати частоти букв та біграм, а також значення  $H_1$  та  $H_2$  на довільно обраному тексті російською мовою достатньої довжини (щонайменше 1Мб), де імовірності замінити відповідними частотами. Також одержати значення  $H_1$  та  $H_2$  на тому ж тексті, в якому вилучено всі пробіли.
2. За допомогою програми CoolPinkProgram оцінити значення  $(10) H$  ,  $(20) H$  ,  $(30) H$
3. Використовуючи отримані значення ентропії, оцінити надлишковість російської мови в різних моделях джерела.

## Завдання 1.

Результати :

$H_1$ (з пробілом)	4.343
$H_1$ (без пробілу)	4.45
$H_2$ (з пробілом)	3.95
$H_2$ (без пробілу)	4.158

Частоти літер у алфавіті з пробілом (відсортовані за спаданням) :

' ': 0.16065119598903538  
'о': 0.09041484022202624  
'а': 0.06938916748836337  
'е': 0.06486034410379737  
'и': 0.05840392331698618  
'н': 0.05336526831787025  
'л': 0.04832661331875432  
'р': 0.04651074497246367  
'т': 0.045703692374112266  
'с': 0.04230626127460073  
'в': 0.03356753045159149  
'м': 0.026911516011424566,  
'к': 0.026679379914586934  
'д': 0.02617280254438518  
'у': 0.025159647803981677  
'п': 0.023965340128195532  
'г': 0.019129533026783517  
'я': 0.016739832927095164  
'б': 0.01659013768707837  
'з': 0.016097662042385448  
'ы': 0.013541995480939348  
'б': 0.012979011208702283  
'ч': 0.011856296908576343  
'й': 0.007671338676802553  
'ж': 0.007319880287197911  
'ш': 0.007028083043976774  
'х': 0.0064542512905790715  
'ю': 0.004433365550352381  
'щ': 0.0029353284020683977  
'ц': 0.002599056486088648  
'э': 0.001844071797308306  
'ф': 0.0017269190007734253

Частоти літер у алфавіті без пробілу (відсортовані за спаданням) :

'о': 0.10881487854264225,  
'а': 0.08351033761581432,  
'е': 0.07805986770045001,  
'и': 0.0702895211288935,  
'н': 0.06422546537874564,  
'л': 0.0581614096285978,  
'р': 0.05597599965534753,  
'т': 0.05500470633390297,  
'с': 0.05091587477104763,  
'в': 0.04039875246250273,  
'м': 0.032388193564137344,  
'к': 0.03210881618404442,  
'д': 0.031499146854589294,  
'у': 0.03027980819567905,  
'п': 0.02884245074015423,  
'г': 0.02302252382214366,  
'б': 0.02023266652654281,  
'я': 0.020146503409317888,  
'з': 0.01937364635784587,  
'ы': 0.016297884173271417,  
'б': 0.015620328751457266,  
'ч': 0.014269134413157369,  
'й': 0.009232508560827897,  
'ж': 0.008809525985360103,  
'ш': 0.008458346007579743,  
'х': 0.0077677355680042404,  
'ю': 0.005335585759064425,  
'щ': 0.0035326878062217604,  
'ц': 0.0031279822556198587,  
'э': 0.0022193530194297827,  
'ф': 0.002078358827607185

Таблиця частот біграм з пробілом

/	а	б	в	г	д	е	ж	з	и
а	0.00002	0.00078	0.00247	0.00079	0.00211	0.00112	0.00080	0.00319	0.00010
б	0.00064	0.00009	0.00004	0.00000	0.00001	0.00186	0.00002	0.00000	0.00097
в	0.00546	0.00002	0.00005	0.00008	0.00033	0.00461	0.00001	0.00064	0.00283
г	0.00446	0.00001	0.00017	0.00001	0.00111	0.00156	0.00000	0.00001	0.00074
д	0.00431	0.00005	0.00084	0.00003	0.00010	0.00455	0.00058	0.00002	0.00211
е	0.00004	0.00124	0.00144	0.00282	0.00266	0.00111	0.00075	0.00120	0.00011
ж	0.00120	0.00001	0.00000	0.00003	0.00066	0.00260	0.00001	0.00000	0.00129
з	0.00591	0.00014	0.00072	0.00041	0.00083	0.00043	0.00005	0.00012	0.00048
и	0.00023	0.00047	0.00209	0.00053	0.00159	0.00145	0.00023	0.00226	0.00038
й	0.00000	0.00000	0.00001	0.00000	0.00015	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
к	0.00606	0.00000	0.00028	0.00008	0.00000	0.00047	0.00001	0.00004	0.00216
л	0.00669	0.00003	0.00004	0.00012	0.00034	0.00385	0.00027	0.00004	0.00761
м	0.00255	0.00066	0.00003	0.00003	0.00007	0.00366	0.00000	0.00003	0.00408
н	0.01059	0.00001	0.00001	0.00016	0.00054	0.00874	0.00003	0.00011	0.00656
о	0.00001	0.00319	0.00548	0.00382	0.00380	0.00147	0.00180	0.00142	0.00068
п	0.00243	0.00000	0.00000	0.00001	0.00000	0.00187	0.00000	0.00000	0.00107
р	0.00688	0.00005	0.00043	0.00012	0.00055	0.00519	0.00026	0.00007	0.00821
с	0.00115	0.00007	0.00104	0.00004	0.00020	0.00310	0.00005	0.00001	0.00176
т	0.00483	0.00005	0.00207	0.00001	0.00011	0.00520	0.00000	0.00000	0.00362
у	0.00004	0.00063	0.00069	0.00108	0.00160	0.00015	0.00102	0.00040	0.00023
ф	0.00014	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00023	0.00000	0.00000	0.00042
х	0.00027	0.00001	0.00031	0.00000	0.00000	0.00016	0.00000	0.00000	0.00016
ц	0.00068	0.00000	0.00005	0.00000	0.00000	0.00078	0.00000	0.00000	0.00032
ч	0.00170	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00278	0.00000	0.00000	0.00137
ш	0.00089	0.00000	0.00004	0.00000	0.00000	0.00197	0.00000	0.00000	0.00130
щ	0.00041	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00115	0.00000	0.00000	0.00097
ы	0.00000	0.00023	0.00085	0.00011	0.00012	0.00094	0.00006	0.00008	0.00001
ь	0.00000	0.00021	0.00008	0.00002	0.00124	0.00036	0.00000	0.00022	0.00007
э	0.00000	0.00000	0.00005	0.00003	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
ю	0.00000	0.00016	0.00000	0.00001	0.00027	0.00000	0.00001	0.00002	0.00000
я	0.00000	0.00002	0.00037	0.00007	0.00071	0.00010	0.00011	0.00024	0.00009
“ ”	0.00177	0.00482	0.01371	0.00811	0.00694	0.00329	0.00124	0.00587	0.00863

	й	к	л	м	н	о	п	р	с
а	0.00057	0.00381	0.01021	0.00293	0.00269	0.00007	0.00095	0.00543	0.00374
б	0.00000	0.00011	0.00145	0.00003	0.00049	0.00195	0.00000	0.00116	0.00016
в	0.00000	0.00017	0.00052	0.00012	0.00108	0.00544	0.00021	0.00062	0.00228
г	0.00000	0.00013	0.00179	0.00000	0.00054	0.00605	0.00000	0.00125	0.00009
д	0.00000	0.00017	0.00058	0.00004	0.00140	0.00416	0.00008	0.00120	0.00019
е	0.00177	0.00101	0.00515	0.00402	0.00503	0.00014	0.00095	0.00832	0.00374
ж	0.00000	0.00011	0.00001	0.00001	0.00073	0.00012	0.00000	0.00000	0.00001
з	0.00000	0.00021	0.00088	0.00040	0.00180	0.00069	0.00005	0.00037	0.00000
и	0.00078	0.00190	0.00654	0.00220	0.00357	0.00152	0.00019	0.00081	0.00319
й	0.00000	0.00006	0.00003	0.00018	0.00023	0.00000	0.00000	0.00000	0.00031
к	0.00000	0.00002	0.00085	0.00000	0.00069	0.00669	0.00000	0.00230	0.00037
л	0.00000	0.00040	0.00071	0.00003	0.00028	0.00603	0.00006	0.00000	0.00232
м	0.00000	0.00029	0.00017	0.00002	0.00135	0.00356	0.00009	0.00016	0.00029
н	0.00000	0.00024	0.00000	0.00000	0.00232	0.00901	0.00000	0.00005	0.00027
о	0.00303	0.00215	0.00631	0.00467	0.00868	0.00024	0.00139	0.00569	0.00556
п	0.00000	0.00023	0.00102	0.00000	0.00022	0.00945	0.00008	0.00597	0.00001
р	0.00000	0.00029	0.00012	0.00170	0.00121	0.00809	0.00009	0.00354	0.00040
с	0.00000	0.00297	0.00284	0.00121	0.00110	0.00203	0.00187	0.00025	0.00073
т	0.00000	0.00076	0.00026	0.00003	0.00100	0.01026	0.00011	0.00261	0.00101
у	0.00013	0.00079	0.00258	0.00176	0.00078	0.00008	0.00077	0.00045	0.00155
ф	0.00000	0.00000	0.00018	0.00000	0.00000	0.00033	0.00000	0.00013	0.00000
х	0.00000	0.00000	0.00018	0.00010	0.00039	0.00208	0.00000	0.00016	0.00010
ц	0.00000	0.00002	0.00000	0.00000	0.00000	0.00024	0.00001	0.00000	0.00000
ч	0.00000	0.00109	0.00002	0.00000	0.00068	0.00018	0.00000	0.00001	0.00000
ш	0.00000	0.00062	0.00046	0.00002	0.00026	0.00027	0.00001	0.00011	0.00000
щ	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00010	0.00004	0.00000	0.00000	0.00000
ы	0.00131	0.00015	0.00135	0.00087	0.00014	0.00000	0.00016	0.00030	0.00052
ь	0.00000	0.00084	0.00000	0.00021	0.00103	0.00010	0.00002	0.00000	0.00082
э	0.00002	0.00008	0.00021	0.00001	0.00005	0.00000	0.00000	0.00002	0.00002
ю	0.00002	0.00017	0.00003	0.00002	0.00005	0.00000	0.00018	0.00008	0.00017
я	0.00004	0.00014	0.00105	0.00039	0.00081	0.00000	0.00004	0.00012	0.00072
« »	0.00000	0.00765	0.00277	0.00584	0.01448	0.01116	0.01648	0.00508	0.01362

	т	у	ф	х	ц	ч	ш	щ	ы
а	0.00406	0.00011	0.00010	0.00086	0.00009	0.00067	0.00060	0.00061	0.00000
б	0.00000	0.00091	0.00000	0.00003	0.00000	0.00001	0.00001	0.00020	0.00195
в	0.00020	0.00045	0.00000	0.00005	0.00002	0.00004	0.00051	0.00002	0.00230
г	0.00001	0.00052	0.00000	0.00000	0.00000	0.00003	0.00002	0.00000	0.00000
д	0.00023	0.00229	0.00000	0.00003	0.00021	0.00002	0.00005	0.00000	0.00055
е	0.00464	0.00018	0.00001	0.00030	0.00023	0.00090	0.00087	0.00058	0.00000
ж	0.00001	0.00014	0.00000	0.00000	0.00000	0.00003	0.00000	0.00000	0.00000
з	0.00001	0.00039	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00001	0.00000	0.00031
и	0.00309	0.00015	0.00013	0.00123	0.00063	0.00090	0.00062	0.00022	0.00000
й	0.00026	0.00000	0.00004	0.00001	0.00001	0.00017	0.00007	0.00000	0.00000
к	0.00064	0.00191	0.00000	0.00005	0.00002	0.00000	0.00001	0.00000	0.00000
л	0.00004	0.00135	0.00010	0.00000	0.00000	0.00014	0.00022	0.00000	0.00083
м	0.00004	0.00185	0.00001	0.00000	0.00001	0.00006	0.00001	0.00000	0.00097
н	0.00076	0.00399	0.00003	0.00000	0.00022	0.00014	0.00000	0.00004	0.00283
о	0.00690	0.00013	0.00025	0.00061	0.00013	0.00257	0.00083	0.00027	0.00000
п	0.00012	0.00071	0.00000	0.00000	0.00000	0.00002	0.00000	0.00000	0.00042
р	0.00128	0.00242	0.00008	0.00017	0.00023	0.00021	0.00014	0.00002	0.00132
с	0.00856	0.00056	0.00002	0.00020	0.00004	0.00035	0.00010	0.00000	0.00032
т	0.00045	0.00130	0.00002	0.00000	0.00004	0.00014	0.00003	0.00002	0.00157
у	0.00133	0.00001	0.00003	0.00046	0.00001	0.00077	0.00057	0.00019	0.00000
ф	0.00003	0.00004	0.00011	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00003
х	0.00002	0.00013	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00001	0.00000	0.00000
ц	0.00001	0.00010	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00013
ч	0.00291	0.00053	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00013	0.00000	0.00000
ш	0.00006	0.00022	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
щ	0.00000	0.00012	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
ы	0.00052	0.00001	0.00000	0.00072	0.00001	0.00012	0.00053	0.00001	0.00000
ь	0.00007	0.00000	0.00012	0.00000	0.00016	0.00011	0.00052	0.00000	0.00000
э	0.00127	0.00000	0.00002	0.00003	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
ю	0.00036	0.00000	0.00000	0.00001	0.00006	0.00008	0.00002	0.00048	0.00000
я	0.00117	0.00000	0.00000	0.00011	0.00003	0.00009	0.00001	0.00018	0.00000
« »	0.00655	0.00459	0.00064	0.00156	0.00041	0.00424	0.00109	0.00009	0.00000

	ь	э	ю	я	« »
а	0.00000	0.00000	0.00090	0.00196	0.01664
б	0.00004	0.00002	0.00003	0.00041	0.00020
в	0.00020	0.00000	0.00000	0.00021	0.00500
г	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00058
д	0.00047	0.00001	0.00003	0.00031	0.00147
е	0.00000	0.00002	0.00016	0.00029	0.01461
ж	0.00003	0.00000	0.00000	0.00000	0.00030
з	0.00017	0.00000	0.00000	0.00032	0.00138
и	0.00000	0.00006	0.00021	0.00099	0.01930
й	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00584
к	0.00000	0.00007	0.00000	0.00000	0.00374
л	0.00491	0.00002	0.00081	0.00156	0.00895
м	0.00010	0.00001	0.00005	0.00030	0.00607
н	0.00084	0.00001	0.00011	0.00119	0.00426
о	0.00000	0.00003	0.00013	0.00064	0.01800
п	0.00003	0.00000	0.00002	0.00022	0.00007
р	0.00047	0.00004	0.00026	0.00114	0.00142
с	0.00351	0.00000	0.00016	0.00450	0.00337
т	0.00481	0.00002	0.00003	0.00047	0.00453
у	0.00000	0.00004	0.00090	0.00006	0.00561
ф	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00006
х	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00227
ц	0.00000	0.00001	0.00000	0.00000	0.00023
ч	0.00025	0.00000	0.00000	0.00000	0.00018
ш	0.00071	0.00000	0.00000	0.00000	0.00007
щ	0.00004	0.00000	0.00000	0.00000	0.00008
ы	0.00000	0.00000	0.00000	0.00003	0.00416
ь	0.00000	0.00000	0.00049	0.00023	0.00905
э	0.00000	0.00002	0.00000	0.00000	0.00002
ю	0.00000	0.00000	0.00002	0.00000	0.00206
я	0.00000	0.00000	0.00008	0.00008	0.00941
« »	0.00000	0.00146	0.00004	0.00163	0.00000



Таблиця частот біграм без пробілу

/	а	б	в	г	д	е	ж	з	и
а	0.00029	0.00157	0.00466	0.00247	0.00349	0.00186	0.00107	0.00457	0.00139
б	0.00077	0.00011	0.00006	0.00002	0.00002	0.00224	0.00002	0.00001	0.00119
в	0.00664	0.00020	0.00040	0.00057	0.00068	0.00564	0.00005	0.00098	0.00359
г	0.00537	0.00004	0.00028	0.00003	0.00139	0.00190	0.00000	0.00004	0.00095
д	0.00521	0.00012	0.00114	0.00015	0.00019	0.00550	0.00071	0.00012	0.00262
е	0.00022	0.00215	0.00347	0.00414	0.00397	0.00157	0.00109	0.00233	0.00101
ж	0.00145	0.00002	0.00004	0.00004	0.00082	0.00314	0.00001	0.00001	0.00158
з	0.00713	0.00020	0.00102	0.00055	0.00109	0.00054	0.00006	0.00019	0.00063
и	0.00057	0.00133	0.00490	0.00199	0.00303	0.00226	0.00040	0.00372	0.00170
й	0.00009	0.00025	0.00057	0.00044	0.00051	0.00009	0.00008	0.00024	0.00040
к	0.00734	0.00020	0.00074	0.00035	0.00027	0.00066	0.00007	0.00020	0.00292
л	0.00819	0.00030	0.00096	0.00141	0.00086	0.00505	0.00036	0.00038	0.00974
м	0.00317	0.00106	0.00072	0.00043	0.00047	0.00452	0.00006	0.00032	0.00545
н	0.01280	0.00021	0.00048	0.00041	0.00087	0.01060	0.00008	0.00039	0.00833
о	0.00018	0.00464	0.00859	0.00546	0.00551	0.00236	0.00242	0.00261	0.00175
п	0.00292	0.00000	0.00001	0.00001	0.00000	0.00226	0.00000	0.00000	0.00130
р	0.00832	0.00010	0.00068	0.00021	0.00074	0.00627	0.00032	0.00014	0.01003
с	0.00143	0.00023	0.00155	0.00032	0.00048	0.00381	0.00011	0.00014	0.00226
т	0.00587	0.00023	0.00303	0.00030	0.00039	0.00643	0.00006	0.00020	0.00468
у	0.00017	0.00093	0.00144	0.00170	0.00224	0.00029	0.00129	0.00070	0.00089
ф	0.00017	0.00001	0.00000	0.00000	0.00000	0.00028	0.00000	0.00001	0.00052
х	0.00036	0.00009	0.00061	0.00014	0.00014	0.00023	0.00001	0.00010	0.00038
ц	0.00083	0.00001	0.00009	0.00001	0.00002	0.00094	0.00000	0.00001	0.00040
ч	0.00205	0.00001	0.00002	0.00005	0.00000	0.00334	0.00000	0.00001	0.00166
ш	0.00107	0.00001	0.00005	0.00000	0.00001	0.00238	0.00000	0.00000	0.00157
щ	0.00050	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00139	0.00000	0.00000	0.00117
ы	0.00006	0.00045	0.00155	0.00036	0.00040	0.00127	0.00015	0.00034	0.00036
ь	0.00016	0.00052	0.00130	0.00060	0.00198	0.00077	0.00006	0.00076	0.00084
э	0.00000	0.00000	0.00007	0.00003	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
ю	0.00003	0.00027	0.00022	0.00016	0.00045	0.00002	0.00006	0.00010	0.00015
я	0.00013	0.00037	0.00175	0.00064	0.00145	0.00037	0.00025	0.00074	0.00079

	й	к	л	м	н	о	п	р	с
а	0.00069	0.00561	0.01267	0.00445	0.00531	0.00163	0.00329	0.00720	0.00631
б	0.00000	0.00013	0.00175	0.00004	0.00061	0.00239	0.00001	0.00140	0.00020
в	0.00000	0.00072	0.00076	0.00036	0.00170	0.00702	0.00090	0.00096	0.00343
г	0.00000	0.00018	0.00216	0.00002	0.00073	0.00735	0.00009	0.00153	0.00017
д	0.00000	0.00030	0.00077	0.00011	0.00191	0.00512	0.00034	0.00149	0.00041
е	0.00213	0.00194	0.00652	0.00561	0.00762	0.00157	0.00331	0.01061	0.00633
ж	0.00000	0.00015	0.00001	0.00002	0.00092	0.00017	0.00005	0.00002	0.00004
з	0.00000	0.00041	0.00108	0.00055	0.00230	0.00096	0.00026	0.00051	0.00016
и	0.00093	0.00334	0.00820	0.00348	0.00656	0.00378	0.00309	0.00177	0.00590
й	0.00000	0.00053	0.00026	0.00058	0.00080	0.00043	0.00087	0.00032	0.00107
к	0.00000	0.00022	0.00111	0.00023	0.00129	0.00834	0.00037	0.00304	0.00086
л	0.00000	0.00113	0.00105	0.00036	0.00130	0.00815	0.00096	0.00076	0.00348
м	0.00000	0.00076	0.00035	0.00030	0.00227	0.00487	0.00097	0.00046	0.00107
н	0.00000	0.00045	0.00007	0.00014	0.00336	0.01124	0.00067	0.00023	0.00088
о	0.00364	0.00348	0.00800	0.00642	0.01248	0.00210	0.00413	0.00749	0.00881
п	0.00000	0.00029	0.00123	0.00000	0.00028	0.01138	0.00010	0.00719	0.00002
р	0.00000	0.00045	0.00019	0.00216	0.00162	0.00989	0.00027	0.00433	0.00060
с	0.00000	0.00384	0.00352	0.00164	0.00175	0.00271	0.00263	0.00047	0.00110
т	0.00000	0.00119	0.00045	0.00028	0.00179	0.01279	0.00063	0.00332	0.00170
у	0.00015	0.00132	0.00323	0.00245	0.00189	0.00061	0.00155	0.00075	0.00241
ф	0.00000	0.00001	0.00022	0.00000	0.00001	0.00040	0.00001	0.00016	0.00001
х	0.00000	0.00018	0.00029	0.00021	0.00066	0.00268	0.00041	0.00028	0.00041
ц	0.00000	0.00004	0.00001	0.00001	0.00003	0.00032	0.00004	0.00001	0.00002
ч	0.00000	0.00132	0.00003	0.00001	0.00084	0.00023	0.00003	0.00002	0.00002
ш	0.00000	0.00076	0.00056	0.00004	0.00033	0.00033	0.00002	0.00013	0.00001
щ	0.00000	0.00001	0.00000	0.00000	0.00013	0.00005	0.00001	0.00001	0.00001
ы	0.00158	0.00037	0.00169	0.00122	0.00075	0.00036	0.00075	0.00049	0.00110
ь	0.00000	0.00170	0.00018	0.00069	0.00239	0.00107	0.00113	0.00030	0.00190
э	0.00003	0.00009	0.00025	0.00001	0.00006	0.00000	0.00000	0.00002	0.00002
ю	0.00002	0.00038	0.00007	0.00014	0.00022	0.00016	0.00065	0.00019	0.00044
я	0.00005	0.00081	0.00146	0.00083	0.00231	0.00073	0.00129	0.00053	0.00204

	т	у	ф	х	ц	ч	ш	щ	ы
а	0.00587	0.00070	0.00023	0.00123	0.00016	0.00125	0.00089	0.00074	0.00000
б	0.00002	0.00111	0.00000	0.00004	0.00000	0.00001	0.00001	0.00024	0.00235
в	0.00060	0.00068	0.00002	0.00018	0.00005	0.00016	0.00070	0.00003	0.00277
г	0.00003	0.00065	0.00000	0.00000	0.00000	0.00006	0.00004	0.00000	0.00000
д	0.00036	0.00281	0.00001	0.00005	0.00026	0.00005	0.00006	0.00000	0.00066
е	0.00629	0.00087	0.00007	0.00058	0.00032	0.00155	0.00117	0.00071	0.00000
ж	0.00003	0.00019	0.00000	0.00000	0.00000	0.00005	0.00000	0.00000	0.00000
з	0.00011	0.00050	0.00001	0.00003	0.00001	0.00005	0.00003	0.00000	0.00037
и	0.00475	0.00103	0.00028	0.00169	0.00082	0.00163	0.00091	0.00027	0.00000
й	0.00058	0.00019	0.00010	0.00011	0.00005	0.00036	0.00015	0.00001	0.00000
к	0.00096	0.00243	0.00001	0.00010	0.00004	0.00010	0.00005	0.00000	0.00000
л	0.00043	0.00187	0.00019	0.00008	0.00005	0.00074	0.00035	0.00001	0.00100
м	0.00031	0.00246	0.00004	0.00008	0.00002	0.00028	0.00007	0.00000	0.00117
н	0.00112	0.00504	0.00006	0.00007	0.00028	0.00028	0.00002	0.00005	0.00341
о	0.00940	0.00084	0.00037	0.00097	0.00020	0.00383	0.00116	0.00035	0.00000
п	0.00014	0.00085	0.00000	0.00000	0.00000	0.00003	0.00000	0.00000	0.00050
р	0.00160	0.00304	0.00011	0.00022	0.00028	0.00028	0.00018	0.00003	0.00159
с	0.01057	0.00092	0.00006	0.00027	0.00007	0.00050	0.00014	0.00001	0.00038
т	0.00081	0.00173	0.00004	0.00007	0.00007	0.00040	0.00007	0.00002	0.00189
у	0.00195	0.00014	0.00007	0.00061	0.00003	0.00115	0.00073	0.00023	0.00000
ф	0.00004	0.00005	0.00013	0.00000	0.00001	0.00000	0.00000	0.00000	0.00004
х	0.00012	0.00023	0.00001	0.00003	0.00000	0.00007	0.00005	0.00000	0.00000
ц	0.00003	0.00013	0.00000	0.00001	0.00000	0.00001	0.00000	0.00000	0.00016
ч	0.00351	0.00064	0.00000	0.00000	0.00000	0.00001	0.00016	0.00000	0.00000
ш	0.00007	0.00027	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
щ	0.00001	0.00015	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
ы	0.00086	0.00016	0.00002	0.00094	0.00002	0.00025	0.00067	0.00001	0.00000
ь	0.00052	0.00027	0.00017	0.00011	0.00022	0.00056	0.00070	0.00001	0.00000
э	0.00153	0.00000	0.00002	0.00004	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
ю	0.00053	0.00006	0.00001	0.00003	0.00007	0.00018	0.00006	0.00058	0.00000
я	0.00185	0.00029	0.00004	0.00025	0.00007	0.00043	0.00009	0.00022	0.00000

	ь	э	ю	я
а	0.00000	0.00022	0.00108	0.00261
б	0.00025	0.00007	0.00004	0.00050
в	0.00024	0.00007	0.00001	0.00029
г	0.00000	0.00000	0.00000	0.00001
д	0.00058	0.00002	0.00004	0.00039
е	0.00000	0.00014	0.00020	0.00053
ж	0.00003	0.00001	0.00000	0.00000
з	0.00022	0.00001	0.00000	0.00039
и	0.00000	0.00023	0.00025	0.00143
й	0.00000	0.00006	0.00000	0.00007
к	0.00000	0.00013	0.00000	0.00006
л	0.00591	0.00012	0.00098	0.00196
м	0.00012	0.00009	0.00006	0.00045
н	0.00101	0.00004	0.00014	0.00149
о	0.00000	0.00036	0.00016	0.00111
п	0.00004	0.00000	0.00002	0.00027
р	0.00056	0.00006	0.00031	0.00140
с	0.00426	0.00006	0.00020	0.00545
т	0.00580	0.00010	0.00003	0.00064
у	0.00000	0.00011	0.00109	0.00016
ф	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
х	0.00001	0.00004	0.00000	0.00002
ч	0.00000	0.00001	0.00000	0.00000
ц	0.00030	0.00001	0.00000	0.00001
ш	0.00086	0.00000	0.00000	0.00000
щ	0.00005	0.00000	0.00000	0.00000
ы	0.00000	0.00003	0.00000	0.00010
ь	0.00000	0.00011	0.00059	0.00062
э	0.00000	0.00002	0.00000	0.00000
ю	0.00000	0.00003	0.00002	0.00003
я	0.00000	0.00008	0.00010	0.00019

## Завдання 2.

### Н(10)

Лабораторная работа №1

Произвольная часть текста:  
бы\_вам\_понравилось\_если\_бы\_кто\_нибуть\_сделал\_то\_же\_самое\_вам\_то\_мое\_место\_

Использованные буквы:

Порядок n-граммы:  
5 символов  
10 символов  
15 символов  
20 символов  
25 символов  
30 символов  
35 символов  
40 символов  
45 символов  
50 символов

Введенный символ: o

Символ по счету: 1

Номер эксперимента: 50

Неравенство для энтропии:  
 $1,88801472624716 < H < 2,5533407619421$

Двоичная таблица угаданных символов:

0000000000000000000000000000000000	00000000
0000010000000000000000000000000000	
0100000000000000000000000000000000	
0010000000000000000000000000000000	
0100000000000000000000000000000000	

Поле ввода символов:  
o

Продолжить Другой

Вероятности:

$q[1] = 0,44$
$q[2] = 0,22$
$q[3] = 0,1$
$q[4] = 0$
$q[5] = 0,02$
$q[6] = 0,06$
$q[7] = 0$
$q[8] = 0,02$
$q[9] = 0$
$q[10] = 0,02$
$q[11] = 0$
$q[12] = 0$
$q[13] = 0$
$q[14] = 0$
$q[15] = 0,02$
$q[16] = 0,02$
$q[17] = 0$
$q[18] = 0$
$q[19] = 0,02$
$q[20] = 0$
$q[21] = 0$
$q[22] = 0$
$q[23] = 0,02$
$q[24] = 0,04$
$q[25] = 0$
$q[26] = 0$
$q[27] = 0$
$q[28] = 0$
$q[29] = 0$
$q[30] = 0$
$q[31] = 0$
$q[32] = 0$

Строка состояния:  
Вы угадали. Для продолжения опыта нажмите "Продолжить", или "Другой" для выбора другого порядка

### Н(20)

Лабораторная работа №1

Произвольная часть текста:  
торой\_вы\_почти\_забыли\_подвернулась\_вам\_в\_такой\_момент\_когда\_ч\_вас\_было\_особ

Использованные буквы:  
в,

Порядок n-граммы:  
5 символов  
10 символов  
15 символов  
20 символов  
25 символов  
30 символов  
35 символов  
40 символов  
45 символов  
50 символов

Введенный символ: л

Символ по счету: 2

Номер эксперимента: 50

Неравенство для энтропии:  
 $1,51583724133891 < H < 2,23319752351267$

Двоичная таблица угаданных символов:

0000000000000000000000000000000000	00000000
1000000000000000000000000000000000	
1000000000000000000000000000000000	
1000000000000000000000000000000000	
1000000000000000000000000000000000	

Поле ввода символов:  
л

Продолжить Другой

Вероятности:

$q[1] = 0,58$
$q[2] = 0,14$
$q[3] = 0,08$
$q[4] = 0,04$
$q[5] = 0$
$q[6] = 0$
$q[7] = 0$
$q[8] = 0,02$
$q[9] = 0,02$
$q[10] = 0$
$q[11] = 0,02$
$q[12] = 0$
$q[13] = 0$
$q[14] = 0$
$q[15] = 0$
$q[16] = 0$
$q[17] = 0$
$q[18] = 0$
$q[19] = 0$
$q[20] = 0$
$q[21] = 0,02$
$q[22] = 0$
$q[23] = 0$
$q[24] = 0$
$q[25] = 0,02$
$q[26] = 0,02$
$q[27] = 0$
$q[28] = 0,02$
$q[29] = 0$
$q[30] = 0$
$q[31] = 0,02$
$q[32] = 0$

Строка состояния:  
Вы угадали. Для продолжения опыта нажмите "Продолжить", или "Другой" для выбора другого порядка

## Н(30)

Лабораторная работа №1

Произвольная часть текста:  
о\_пояснений\_и\_извинений\_например\_вы\_страшно\_устали\_когда\_были\_так\_несправед

Использованные буквы:

Порядок n-граммы:  
5 символов  
10 символов  
15 символов  
20 символов  
25 символов  
30 символов  
35 символов  
40 символов  
45 символов  
50 символов

Введенный символ: м

Символ по счету: 1

Номер эксперимента: 50

Неравенство для энтропии:  
 $1,86147237174842 < H < 2,53624384458448$

Двоичная таблица угаданных символов:  
01000000000000000000000000000000  
10000000000000000000000000000000  
00000000000000000100000000000000  
10000000000000000000000000000000  
10000000000000000000000000000000

Вероятности:  
q[1] = 0,5  
q[2] = 0,18  
q[3] = 0,02  
q[4] = 0,06  
q[5] = 0,04  
q[6] = 0,02  
q[7] = 0  
q[8] = 0  
q[9] = 0  
q[10] = 0,04  
q[11] = 0  
q[12] = 0  
q[13] = 0  
q[14] = 0  
q[15] = 0  
q[16] = 0  
q[17] = 0,02  
q[18] = 0,02  
q[19] = 0  
q[20] = 0  
q[21] = 0  
q[22] = 0  
q[23] = 0  
q[24] = 0,02  
q[25] = 0,02  
q[26] = 0  
q[27] = 0  
q[28] = 0  
q[29] = 0,04  
q[30] = 0  
q[31] = 0  
q[32] = 0,02

Поле ввода символов:  
м

Продолжить Другой

Строка состояния:  
Вы угадали. Для продолжения опыта нажмите "Продолжить", или "Другой" для выбора другого порядка

### Завдання 3.

Оцінка надлишковості мови :

Н(10)	$0,5494 < R < 0,6224$
Н(20)	$0,5534 < R < 0,6968$
Н(30)	$0,4928 < R < 0,6278$

Висновок : під час виконання комп'ютерного практикуму ми засвоїли поняття ентропії на символ джерела, його надлишковість. Навчилися вимірювати на практиці частоти символів та біграм у тексті. Зрозуміли як визначати ентропію та надлишковість мови.